

INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS ESTUARINOS DO RIO JAGUARIBE NA VARIÇÃO DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DE PONTAL DE MACEIÓ-CEARÁ-BRASIL

MORAIS, J. O.¹

¹ Universidade Estadual do Ceará-UECE, Av. Paranajana 1700, (85) 3101 9601, jader@uece.br

PAULA, D. P.²

² Universidade Estadual do Ceará-UECE, Av. Paranajana 1700, (85) 3101 9786, davispp@yahoo.com.br

PINHEIRO, L. S.³

³ Universidade Estadual do Ceará-UECE, Av. Paranajana 1700, (85) 3101 9601 lidriana@uece.br

RESUMO

Os estuários e as praias estão sujeitos à influência de vários agentes dinamizadores, responsáveis pela geração de correntes, tornando as zonas costeiras sistemas altamente dinâmicos e condicionando a construção geomorfológica da linha da costa. A linha de costa da praia de Pontal de Maceió, localizada no município de Fortim a 150 km a nordeste de Fortaleza, vem sofrendo um acentuado processo de erosão costeira nos últimos anos, promovida, essencialmente, pela diminuição na carga de sedimentos em suspensão transportados pelo Rio Jaguaribe em direção ao litoral e fatores naturais como difração e refração de ondas. O presente estudo tem como objetivo analisar e quantificar a variação da linha de costa da praia de Pontal de Maceió e correlacionar com a influência do uso e ocupação da área por residências e empreendimentos turísticos. Fotografias aéreas multitemporais foram comparadas, tornando possível a observação de alterações ocorridas entre os anos de 1959 e 2004. Foram utilizadas também imagens *TM-Landsat* (2000) e *Quick Bird* (2003). Ambos procedimentos procuraram traçar a linha de preamar da faixa praial do Pontal de Maceió. Trabalhos anteriores realizados por estes autores em épocas passadas foram correlacionados aos resultados obtidos em 2 perfis de monitoramento atuais dada à extrema necessidade de obter e interpretar esses dados, haja vista as condições de erosão acelerada da área em apreço. O perfil 1 localiza-se na margem oeste em frente ao núcleo urbano da comunidade de Pontal de Maceió (0635096/9513399) e o perfil 2 na margem leste da foz (0637449/9510381). Mais uma forma de aferição da linha costa foi realizada a partir da utilização do Sistema de Posicionamento Global que permitiu uma coleta contínua das coordenadas geodésicas ou posições na linha de preamar. A morfodinâmica costeira na região da desembocadura do Rio Jaguaribe está subordinada aos regimes de vazão fluvial. A presença dos cordões litorâneos constata tal evolução, pelo acúmulo de sedimentos verificado no litoral à direita do rio que proporcionou uma progradação de aproximadamente 500 metros no período de 15 anos. Em 2000 a magnitude dos processos erosivos em Pontal de Maceió obrigou a comunidade a recuar os equipamentos urbanos cerca de 100 m em relação à linha de preamar. Entre os anos de 2000 e 2005, os processos de erosão marinha foram acentuados, ocasionando o recuo da linha de costa em 128,93 m no trecho em frente à vila de Pontal de Maceió. Os Procedimentos para sua recuperação são sugeridas neste trabalho.

Palavras-chave: Processos estuarinos, linha de costa e morfodinâmica.

INTRODUÇÃO:

Os estuários e as praias estão sujeitos à influência de vários agentes dinamizadores, como as marés, a agitação marítima, os ventos e outros. Estes agentes são responsáveis pela geração de correntes, fazendo das zonas costeiras sistemas altamente dinâmicos. A dinâmica costeira condiciona a construção geomorfológica da linha da costa, sendo a principal responsável pelo desenvolvimento das praias arenosas e dos processos erosivos e deposicionais que as mantêm em constante alteração sazonal. De acordo com o grau de intensidade destes processos costeiros as praias podem ser classificadas quanto a

morfodinâmica em dois estados extremos: dissipativos e refletivos, e quatro estágios intermediários (SHORT & WRIGHT, 1984).

As linhas de costa no mundo estão sofrendo ou sofreram algum processo de erosão marinha, resultante de conflitos entre ações naturais e atividades antrópicas. A linha de costa da praia de Pontal de Maceió vem sofrendo um acentuado processo de erosão costeira nos últimos anos, promovida, essencialmente, pela diminuição na carga de sedimentos em suspensão transportados pelo Rio Jaguaribe em direção ao litoral e fatores naturais como difração e refração de ondas. Estudos realizados anteriormente por Morais e Lemos (2003), Cavalcante (2001) e Pinheiro e Morais (1998) atentaram para o problema da erosão marinha na praia de Pontal de Maceió.

Segundo Muehe (2001), o critério morfodinâmico é fundamental para avaliar os movimentos da linha de costa, considerando: a capacidade de mobilização dos sedimentos do fundo marinho por ação das ondas, seu deslocamento ao longo do perfil perpendicular à costa e a resposta morfológica da porção emersa do litoral aos efeitos de erosão, transporte e acumulação resultante desse processo. O presente estudo tem como objetivo analisar e quantificar a variação da linha de costa da praia de Pontal de Maceió e correlacionar com a influência do uso e ocupação da área por residências e empreendimentos turísticos.

ÁREA DE ESTUDO

A praia de Pontal de Maceió localiza-se no município de Fortim, porção nordeste do Estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Aracati (ao leste) e Beberibe (a oeste), e banhado pelo oceano Atlântico. O acesso ao município de Fortim, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da rodovia estadual CE-040. Demais vilas, lugarejos, sítios e fazendas do município estão interligados por estradas asfaltadas e/ou carroçáveis (figura 1).

A Zona Costeira do Estado do Ceará possui uma linha de costa de 573 km, composta principalmente por praias arenosas, dunas, estuários, manguezais, falésias e lagoas costeiras. Este conjunto de paisagens confere ao Ceará status de um dos maiores destinos turísticos do Brasil, efetivando um dos maiores impactos nos ambientes costeiros nas últimas décadas, a ocupação desordenada por empreendimentos turísticos e de veraneio. A linha de costa estudada possui 9,5 km de extensão, com ênfase na área em frente ao núcleo urbano de Pontal de Maceió, com aproximadamente 2,3 km, localizada no município de Fortim situado a 150 km a nordeste de Fortaleza.

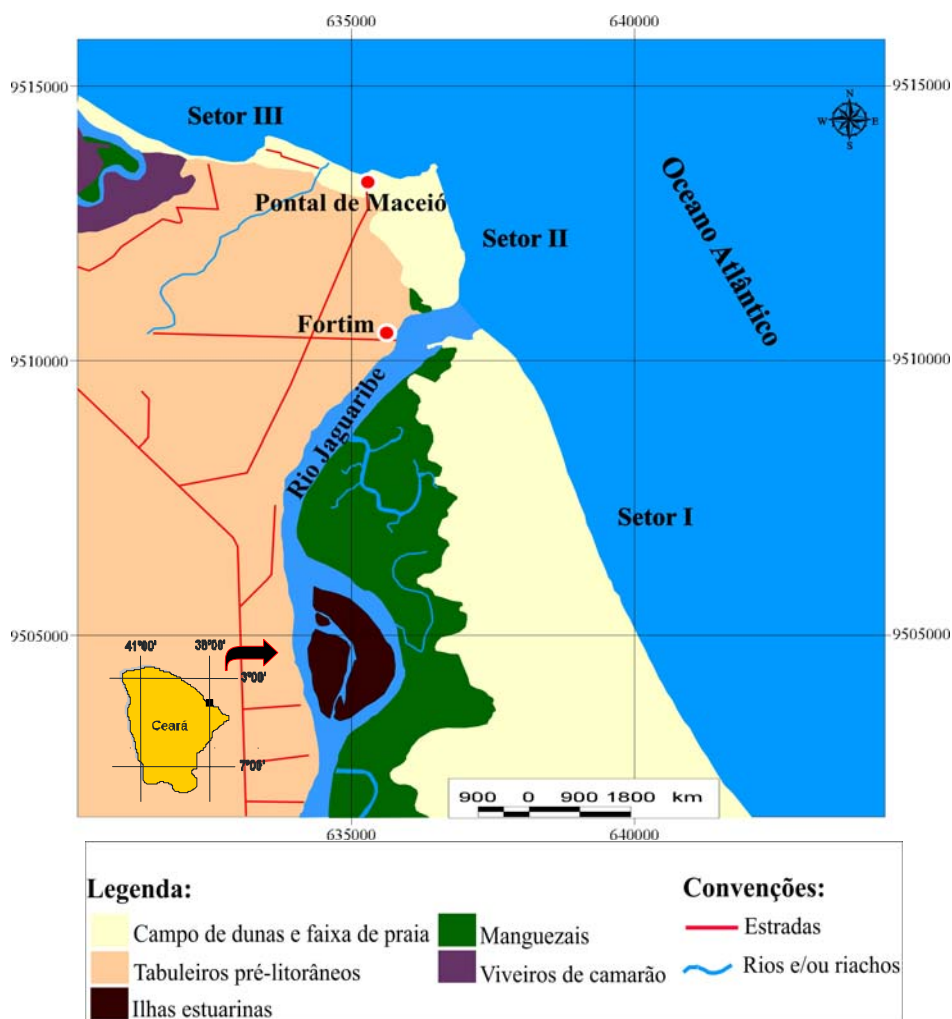


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

METODOLOGIA

Fotografias aéreas multitemporais foram comparadas, tornando possível a observação de alterações ocorridas entre os anos de 1959 e 2004. Foram utilizadas também imagens *TM-Landsat* (2000) e *Quick Bird* (2003) cedidas pela Fundação Cearense de Recursos Hídricos e Meteorologia (FUNCEME) e pela Superintendência do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE). Ambos procedimentos procuraram traçar a linha de preamar da faixa praias do Pontal de Maceió.

Ao mesmo tempo a aferição da linha de costa foi observada em perfis morfodinâmicos perpendiculares. Foram estabelecidos dois perfis de monitoramento, um em cada margem da foz do Rio Jaguaribe. O perfil 1 localiza-se na margem oeste em frente ao núcleo urbano da comunidade de Pontal de Maceió (0635096/9513399) e o perfil 2 na margem leste da foz (0637449/9510381). No levantamento da topografia do sistema praias foi utilizada uma estação total e um prisma, em que os nivelamentos foram realizados a cada 10 metros obedecendo à configuração morfodinâmica do perfil. Na confecção dos

perfis morfodinâmicos utilizou-se o *software GRAPHER 1.3*. No levantamento do perfil de praia utilizou-se como cota inicial um referencial de nível (RN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) transferido ao ponto de partida do perfil através de técnicas de topografia. As cotas iniciais dos perfis foram ajustadas ao nível médio do mar no dia da execução utilizando-se a tabua de maré do Porto de Mucuripe elaborada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Mais uma forma de aferição da linha costa foi realizada a partir da utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Krueger (et al, 1996), tem empregado esse método na detecção da variação de algumas linhas de costa sujeitas a progradação ou recuo, visando obter maiores informações e manter um banco de dados atualizado.

Com este sistema foi possível uma coleta contínua das coordenadas geodésicas ou posições na linha de preamar, realizadas a pé ou com veículo automotor. Para tal, utilizou-se um *GPS Garmin III Plus* no sistema *Universal Transversa de Mercator (U.T.M)* zona 24 sul e o *Software GPS TrackMaker* para saída dos dados em formato de planilha Excel posteriormente convertida para o formato *dBASE IV*.

Segundo Dal Cin (1999 apud BARROS, 2005), a vulnerabilidade à erosão indica a susceptibilidade de um segmento de praia vir a ser uma área de risco geológico. O grau de vulnerabilidade para a área em estudo foi definido pelos seguintes critérios:

1º alto: Ausência de pós-praia; faixa de praia reduzida e inclinada; perfis morfodinâmicos variando de intermediário a reflectivos; exutórios de drenagens costeiras na faixa de praia; percentual de ocupação variando de 60 a 100% e áreas localizadas a jusante de promontórios;

2º médio: A faixa de praia apresenta uma frágil estabilidade; pós-praia reduzida, perfis morfodinâmicos, predominantemente intermediários e percentual de ocupação variando de 30 a 60%;

3º baixo: faixa de praia com pós-praia e estirâncio bem desenvolvidos; proteção natural à erosão; perfis morfodinâmicos dissipativos; ausência de obras de contenção; ausência de riachos desaguando na praia e baixa densidade populacional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A morfodinâmica costeira na região da desembocadura do Rio Jaguaribe está subordinada aos regimes de vazão fluvial. A presença dos cordões litorâneos constata tal evolução, pelo acúmulo de sedimentos verificado no litoral à direita do rio que proporcionou uma progradação de aproximadamente 500 metros no período de 15 anos.

Em 1988, depois de três anos consecutivos com chuvas oscilando entre os valores máximos e médios locais, a desembocadura apresentava cordões litorâneos bem desenvolvidos, provavelmente depositados pelo aporte continental e pelo bloqueio do transporte de sedimentos em deriva. Com a continuidade dos processos no decorrer dos anos, as partes anteriormente protegidas foram sendo erodidas. À medida que o litoral à direita do rio progradava os processos erosivos tornaram-se mais atuantes no litoral à esquerda, precisamente em frente à localidade de Pontal de Maceió. Isto foi constatado através de fotointerpretações e aferições da linha de preamar. Foram calculadas taxas médias de erosão de 87 metros, ou seja, aproximadamente 17 metros de recuo/ano (Figura 2).

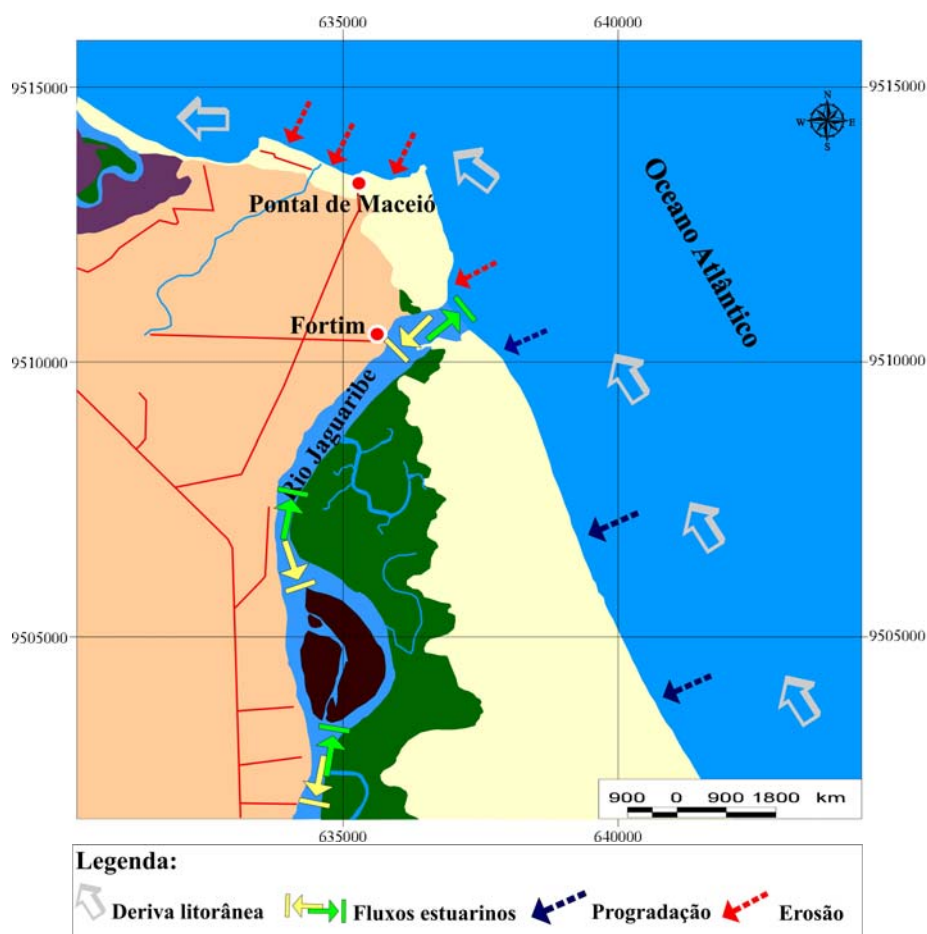


Figura 2: Representação gráfica dos processos de erosão e progradação da linha de costa na foz do Rio

Segundo Pinheiro (et al., 1998), de 1988 a 1993 foi verificado maior aporte de sedimentos no litoral à direita do Rio Jaguaribe em relação ao litoral à esquerda, fato explicado pela maior influência da corrente de deriva e a ação bloqueadora do fluxo do Rio Jaguaribe ocorrido nesse intervalo de tempo, funcionando como verdadeiro espigão hidráulico. Nos períodos de maior caudal do rio a energia da descarga impedia o transporte

longitudinal de sedimento pela deriva litorânea, ocasionando um acúmulo de sedimentos a barlamar, e erosão a sotamar.

Nas épocas de baixas descargas, que correspondem aos períodos de estiagem, o rio deixa de ser empecilho para a corrente de deriva, que reinicia o trabalho de transporte e deposição de sedimentos. No entanto, o período de estiagem prolongado não permitiu a inversão desse mecanismo, pois os cordões anteriormente depositados encontram-se fortemente sedimentados.

Em 2000 a magnitude dos processos erosivos em Pontal de Maceió obrigou a comunidade a recuar os equipamentos urbanos cerca de 100 m em relação à linha de preamar. Entre os anos de 2000 e 2005, os processos de erosão marinha foram acentuados, ocasionando o recuo da linha de costa em 128,93 m no trecho em frente à vila de Pontal de Maceió (Figura 3).

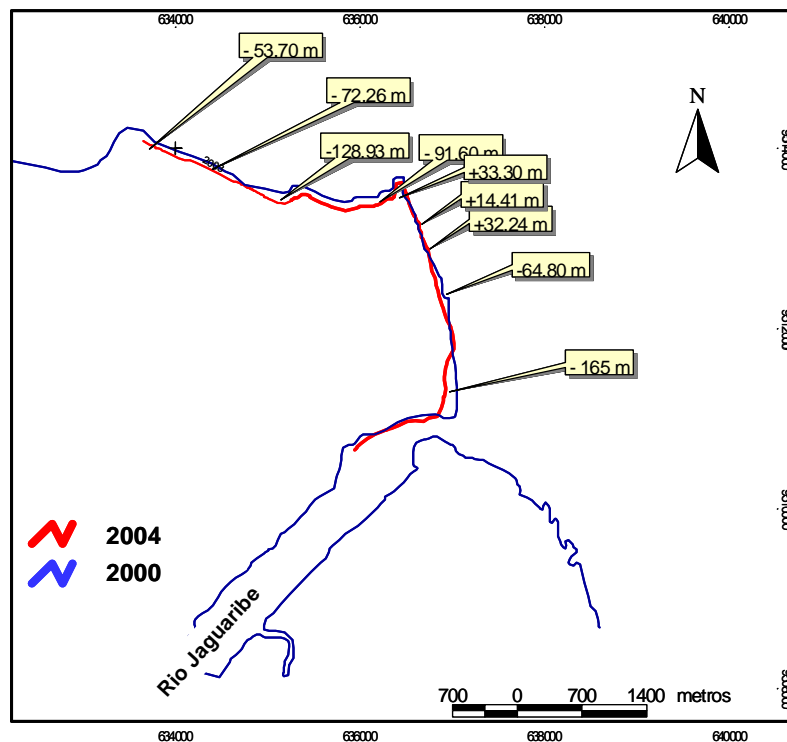


Figura 3: Esboço evolutivo da foz do Rio Jaguaribe e da linha de costa da praia de Pontal de Maceió entre os anos de 2000 e 2004. Fonte: Moraes (et al., 2003).

Este acentuado processo de erosão ocorrido na praia de Pontal de Maceió também foi constatado através dos perfis morfodinâmicos do ponto 01. A retirada de material na zona de berma provocou a formação de um batente de preamar 1,60 m. Enquanto que na zona de estirâncio observou-se uma moderada inclinação em direção ao nível do zero da DHN ou nível de base. Já a zona de ante-praia foi caracterizada pela ausência de cavas e a

presença de uma suave inclinação em direção à plataforma mais profunda (Figura 4). Entre os anos de 2003 e 2005 foi constatada uma redução de 60 m da faixa de praia de Pontal de Maceió, que está inserida em um ponto crítico da linha de costa, onde os impactos dos processos energéticos da hidrodinâmica costeira são acentuados durante as marés de sizígia, provocando grandes estragos aos equipamentos urbanos instalados na zona de pós-praia .

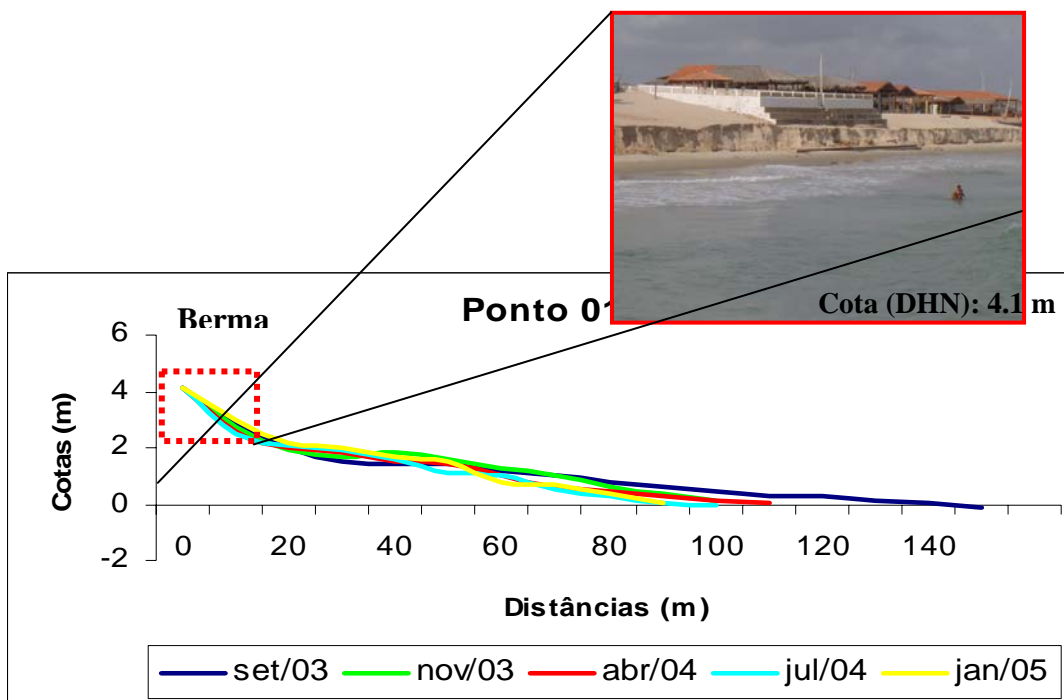


Figura 4: Perfil morfodinâmico do ponto 01 realizado entre os anos de 2003 e 2004 com presença de batente de preamar.

De acordo com a proposta metodológica de Dal Cin (1999 apud BARROS, 2005), a área em estudo apresentou os três graus de vulnerabilidade distribuídos nas células de monitoramento.

Setor I - Apresentou uma área de intensa deflação eólica, com livre circulação de sedimentos entre a praia, sistema de dunas locais e cordões arenosos da pós-praia. A faixa de praia mediu em média 200m de extensão com considerável estoque de sedimentos na antepraia formando barras arenosas submersas. A disponibilidade de sedimentos e os processos hidrodinâmicos favoreceram a formação de *spits* arenosos. A ausência de equipamentos urbanos conferiu a este setor o grau de vulnerabilidade baixo. O perfil morfodinâmico deste trecho é dissipativo e apresentando baixo gradiente topográfico e elevado estoque de sedimentos.

Setor II - As maiores variações na morfodinâmica e hidrodinâmica eram controladas pela sazonalidade e mudanças nos padrões de arrebenção das ondas pela existência de barras arenosas submersas. A extensão média da faixa de praia foi de 150m constituída, predominantemente, por areias quartzosas sedimentadas pela deriva litorânea. Área inadequada para implantação de estruturas que dificulte o transpasse de areias. Este setor apresentou, pelo conjunto das suas variáveis ambientais, grau de vulnerabilidade médio. A ausência de equipamentos urbanos na zona de pós-praia.

Setor III - Neste ponto ocorreu à estabilização das antigas zonas de deflação eólica e de terraços marinhos pela ocupação das casas de veraneio. Apresentou um baixo grau de proteção à erosão natural devido, principalmente, a ocupação das áreas de contribuição de sedimentos. A extensão média do perfil de praia neste setor é de 75-130m. Os processos de refração nas marés altas conferiram a este setor alto grau de vulnerabilidade aos processos erosivos. A ocupação por equipamentos urbanos varia de 1 a 59%.

A classificação quanto ao grau de risco à erosão e das características da ocupação da área de estudo estão sintetizados na figura 5.

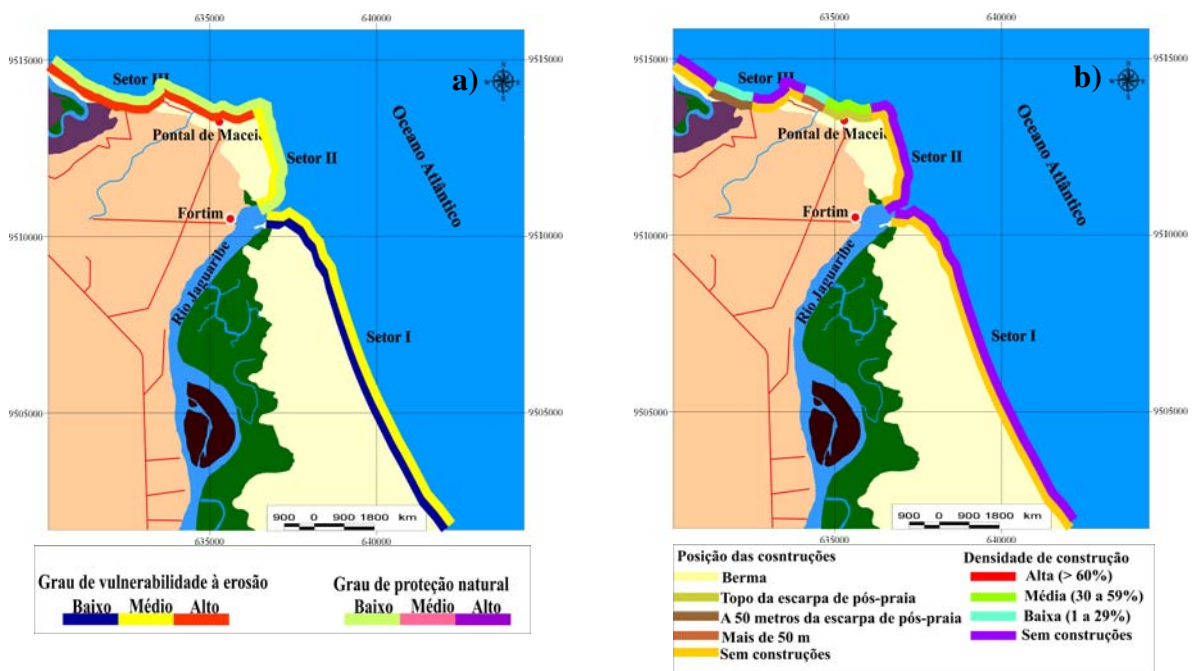


Figura 5: a) Mapa de classificação da foz do Rio Jaguaribe quanto ao risco de erosão costeira. b) Mapa de ocupação urbana na foz do Rio Jaguaribe.

CONCLUSÕES

Os processos morfodinâmicos na desembocadura do Rio Jaguaribe estão subordinados aos regimes de vazão fluvial. Na região a barlamar da desembocadura constatou-se uma progradação média da linha de costa de 35 metros nos últimos 15 anos, ocasionado pela maior influência da corrente de deriva e a ação bloqueadora do fluxo do Rio Jaguaribe ocorrido nesse intervalo de tempo, funcionando como verdadeiro espigão hidráulico. Esta faixa de praia apresentou uma declividade média de 4°, altura das ondas incidentes de 0,50 metros e uma zona de surfe de 30 metros, logo, estas características permitem classificá-la como sendo uma praia do tipo dissipativa.

Na região a sotamar da desembocadura do Rio Jaguaribe constatou-se um forte processo erosivo na praia de Pontal de Maceió, provocando um recuo da linha de costa de 128,9 metros. A principal causa da erosão é o desenvolvimento de processos energéticos representados pela ação das ondas e marés na seqüência de promontórios e reentrâncias que marcam a linha de costa desde a foz do Rio Jaguaribe até a Praia de Maceió. Desta forma, a praia de Pontal de Maceió foi classificada como sendo do tipo intermediária e até reflectiva nos períodos de entrada de ondas do tipo swell.

A análise do grau de vulnerabilidade, proteção natural e ocupação se mostraram indicadores eficientes na detecção das áreas críticas a erosão costeira. Desta forma, foi possível distinguir dois processos antagônicos atuantes na foz do Rio Jaguaribe. O primeiro foi a progradação da linha de costa na área a barlamar da foz e, o segundo, um processo acentuado de erosão na praia de Pontal de Maceió, a sotamar, que se comportou como área de risco potencial, com instabilidade local elevada e danos elevados e moderados aos equipamentos urbanos.

Em decorrência destas conclusões, a implementação de um controle rígido do uso e ocupação da faixa de praia de Pontal de Maceió, especificamente os empreendimentos turísticos, seria o procedimento viável e adequado neste momento, pois é necessário a implementação de um sistema de proteção a erosão costeira que reconstitua o perfil praiial. Outro ponto estratégico no controle da erosão costeira de Pontal de Maceió seria a regularização do *by pass* de sedimentos da foz do Rio Jaguaribe em direção a corrente de deriva litorânea, conseqüentemente realimentando as praias a oeste da foz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BARROS, F. M. L. **Áreas críticas e de risco potencial à erosão costeira no Município de Marica, Rio de Janeiro.** Trabalho apresentado X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Santa Catarina, 2005.

CAVALCANTE, A. A. **Aspectos da produção de sedimentos e seus efeitos na gestão dos recursos hídricos no baixo vale do Rio Jaguaribe.** 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Estadual do Ceará, Ceará.

KRUEGER, C. P. **Investigações sobre aplicações de alta precisão do GPS no âmbito marinho. Curitiba.** 1996. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática. Universidade Federal do Paraná.

MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S. P. **The impacts of the Jaguaribe river flow on the erosion and sedimentation of Pontal de Maceió – State of Ceará – NE Brazil.** Trabalho apresentado no VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, 1999.

MORAIS, J. O.; PINHEIRO, L. S.; LEMOS, R. S. **Processos erosivos no litoral de Fortim-Ce: Implicações no Desenvolvimento Urbano.** Trabalho apresentado IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife, 2003.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 35-44, 2001.

PAULA, D. P. **Elaboração de Paisagens Contíguas ao Estuário do Rio Jaguaribe-CE.** 2006. 200 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia)-Universidade Estadual do Ceará, Ceará.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O. **Processos Hidrodinâmicos e Impactos Ambientais na Planície Costeira de pontal de Maceió-Fortim-CE.** IN: VII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, v. 1, Fortaleza, Anais... Fortaleza, UECE, 1998. p.1-47.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A synthesis. **Marine Geology**, v. 56, p. 93-118, 1984.